

AH

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-012747

(43)Date of publication of application : 23.01.1985

(51)Int.CI.

H01L 23/36
C30B 29/04
// C01B 31/06

(21)Application number : 58-120475

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 01.07.1983

(72)Inventor : SATO SHUICHI
YATSU SHUJI**(54) HEAT SINK FOR ELECTRONIC DEVICE****(57)Abstract:**

PURPOSE: To obtain the heat sink excellent in heat dissipating characteristic at low cost by a method wherein an artificial synthetic Ib type diamond crystal having nitrogen content at 5W100ppm is used as the material of the heat sink for a device, and is processed so that the crystal area having the maximum area becomes a plane (110).

CONSTITUTION: In manufacturing the titled heat sink the diamond crystal having nitrogen content at 5W100ppm is used. At this time, an unprocessed crystal grown surface is left on at least one surface, and the crystal surface at the part having the maximum area of the processed crystal surface is made as the plane (110). In such a manner, the heat sink excellent in heat dissipating characteristic is obtained at low cost by the use of a diamond having a high thermal conductivity and easy to be processed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

USPS EXPRESS MAIL
ED 636 851 893 US
MAR 17 2006

A H

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭60-12747

⑫ Int. Cl.
H 01 L 23/36
C 30 B 29/04
// C 01 B 31/06

識別記号

厅内整理番号
6616-5F
7417-4G
7344-4G

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月23日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭ エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

⑮ 発明者 矢津修示

伊丹市昆陽北1丁目1番1号住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑯ 特願 昭58-120475

⑰ 出願 昭58(1983)7月1日

⑱ 発明者 佐藤周一
伊丹市昆陽北1丁目1番1号住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑲ 出願人 住友電気工業株式会社

大阪市東区北浜5丁目15番地

⑳ 代理人 弁理士 上代哲司

明細書

1. 発明の名称

エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

2. 特許請求の範囲

- (1) 含有する窒素量が、 $\text{ppm} \sim 100\text{ppm}$ である I_{b} 型ダイヤモンド結晶を用いたことを特徴とするエレクトロニクスデバイス用ヒートシンク。
(2) ダイヤモンド結晶の少なくとも一面に、末加工の結晶成長面を残したことと特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンク。

3. 発明の詳細な説明

(1) 技術分野

ダイヤモンドは既知の如く、最も熱伝導度の良い物質であり、工業的用途も大きい材質である。ところが、天然のダイヤモンド原石の場合には、含有チッ素量によって、熱伝導度が著しく異なる性質を有している。含有チッ素量が多い方が熱伝導度が小さくその値は室温で含有チッ素量により $2.4\text{W}/\text{cm} \sim 6\text{W}/\text{cm}$ 程度変化する。この内、含有チ

ッ素量が 1ppm 以下のダイヤモンドを選別し、 IIa タイプ（窒素量が更に多いものを Ia タイプと称する。）と称している。この IIa タイプのダイヤモンドは、殆んどが $2\text{W}/\text{cm}$ 以上と言う高い熱伝導度を示し、高熱を発生する半導体レーザー、ダイオード、マイクロ波発振素子等のエレクトロニクス用デバイスの放熱用ヒートシンクとして、用いられている。近年こう育った分野の発達は著しく、ダイヤモンドヒートシンクの需要も急速に伸びている。本発明は、このエレクトロニクス用デバイスに用いるダイヤモンドヒートシンクに関するものである。

(2) 従来技術と問題点

しかしながら、天然 IIa 型ダイヤモンドは、産出量が少なく、極めて高価である為、デバイス性能の高信頼性、及びデバイスの長寿命が要求される。通信用半導体レーザーあるいはマイクロ波用ダイオード用ヒートシンクに限られることが多い。又、同じ IIa タイプダイヤモンド原石でも、チッ素含有量によって、熱伝導度が変化する為、

安定性に欠けると言う欠点が有る。又、ダイヤモンドは、最も硬い物質であることも良く知られている。この為加工が極めて難しい。一般にダイヤモンドを加工する場合には、ナタネ油にダイヤモンド粉末を混ぜたペースト状のものを、鏡物製の円盤に塗布し、この円盤を高巡回転させ、その上に、ダイヤモンドを押し当てて、研磨する方法がとられる。この場合ダイヤモンドは結晶面による摩耗特性が著しく異なる。(100)面、(111)面、(110)面における摩耗特性を表-1に示す。

表 1

面	摩耗量	条件
(100)	1.2mg/hr	周速40m/sec
(110)	6.5mg/hr	荷重750g
(111)	1~2mg/hr	ダイヤ粉末#3000

注) 摩耗量は、各面内における最も削り易い方向で研磨したもの。

従つて、(110)面を研磨すれば良く削れるが、誤まって(111)面を研磨すると、鏡物製の円盤ばかり削ってしまい、ダイヤモンドは、殆んど削れ

ない状態となる。この為、ダイヤモンド原石の面方位を正しく判定する事は、ダイヤモンドを加工する上で不可欠の条件である。天然原石の多くは、110面よりなる12面体、あるいは(111)面よりなる8面体で構成されているが、面と面の境界の稜が融解しているものが多く、面方位を探すのは、熟練を要し、誤ることも多い。又、殆どの面が、曲面よりなっている為、かなりのダイヤ部分を研磨しなければならない。その為加工費と、加工代が多く高価なヒートシンクとなってしまう。他のダイヤモンドヒートシンク作成上の問題点は、エレクトロニクス用デバイスの粗歯としてダイヤモンド表面を用いる為、金のコーティングを表面に施さなければならない。その際の技術が難かしく、充分な表面強度が全てのヒートシンクに亘って得られず歩留りが悪い事にある。ダイヤモンドの表面は、極めて活性化しており、酸素が極めて多く付着している。この為単に、金を蒸着しただけでは、ダイヤモンドとの密着強度が低く、デバイス及びリード線等を接着することが出

来ない。通常は、Ti, Cr等の酸素と反応し易い金属を、先ず、イオンプレーティング、スパッタリング等の方法で、コーティングしその上に金を同方法あるいは蒸着方法でコーティングし、ヒートシンクとして用いている。この場合、Ti, Cr等をコーティングする際の表面処理及びコーティング条件が難しく、ダイヤモンドと、コーティング膜の間に、充分な接着強度が得られず、リード線を接着した場合、コーティング膜が剥離することがある。

4) 発明の構成

本発明により、前述の各問題点に対し、人工合成ダイヤモンドを用いることにより安定した高熱伝導度を有し、かつ加工がし易いダイヤモンドヒートシンクを供給するものである。先づ第一に、ダイヤモンド原石の熱伝導度が安定した高い範囲内にあるチッ素量の同定について説明する。ヒートシンクに用いられる人工合成ダイヤモンドは、主に研磨合成に用いられる成長法と、温度差法とで作られるがここでは、第1図に示すような一般

に温度差法と呼ばれる方法で合成される、人工ダイヤモンド原石を使った場合について述べる。チッ素含有量は成長速度を $1\text{mg}/\text{h} \sim 3.5\text{mg}/\text{h}$ まで変えて、 $10 \sim 150\text{PPM}$ まで変化させた。成長速度を制御する手段は当初、第1図中の炭素と、ダイヤモンド種結晶物質の間隔を変えること（溶媒浸漬を変える）によって温度差を変えることで行なったが、成長速度の再現性は余り良くなかった。従つて本発明では、第2図に示す如く、ダイヤモンド種結晶物質の下に、熱伝導の良いMo等の高融点金属円板を敷き、その円板の厚みを変えることで、下方に散逸される熱量を変化させ、ダイヤモンド種結晶物質と炭素源間の温度差を変え成長速度を変える方法をとった所、成長速度のバラツキは小さくなつた。チッ素含有量の測定は、赤外吸収測定器により、ダイヤモンド原石の 1130cm^{-1} の、吸収係数を正確に測定することに同定した。第3図に吸収係数と、含有チッ素量の関係を示す。又、上記方法によつて合成したダイヤモンド原石の成長速度と、含有チッ素量の関係を第4図に示

す。図は、ニッケル溶媒を用いているが、他の溶媒についても同一の結果が得られた。その結果 10 PPM~150 PPM のチッ素を含有する Ib 型のダイヤモンド原石が得られた。これらのダイヤモンドの熱伝導度を測定した所、第 5 図に示すような結果が得られた。その結果、10 PPM~100 PPM の範囲内では、熱伝導度がほぼ一定で高い値を示すが、150 PPMになると、熱伝導度は、低い値を示し出す。このことから、チッ素量が 10~100 PPM の範囲内にある人工合成ダイヤモンドから作成されたヒートシンクが高熱伝導度を有し、バラツキの少ない優れたエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクであることが判かる。合成ダイヤモンドでは窒素が均一に固溶した状態であり (Ib 型ダイヤモンドはこれにより特徴づけられている) 一方天然ダイヤモンドでは窒素が特定の結晶面に数百オングストロームの単位で凝聚折出している。これは結晶の成長環境の差に基づくものである。天然ダイヤモンド中の凝聚折出した窒素はフォノンの散乱に寄与し、熱伝導度を著しく低下させる

が、本発明の Ib 型合成ダイヤモンドでは窒素を固溶しているため熱伝導の低下は少い。第二番目の問題点としては、天然原石 (IIa のタイプ) より、ダイヤモンドヒートシンクを加工する際下記のような欠点があつた。

- ①面方位が良く判からず、研磨面（よく研磨出来る面）を誤ることがある。
- ②ダイヤ面は、山面が多く加工代が多く加工時間も掛かる。

本発明では、結晶面が明確な人工合成ダイヤモンド（第 6 図参照）を用いることによってダイヤ結晶面の面方位が簡単に判別出来研磨面を誤ることもない。さらに、結晶面が平面からなっている為に、成長した状態の結晶面をそのまま使用することが可能である。成長した状態の結晶面をそのまま利用した例の幾つかを第 7 図に示す。ダイヤモンドヒートシンクは、さらにこの上に、金等の金属をコーティングしなければならない。普通ある程度の大きさに成長した結晶面は、成長ステップが残っている場合が多い。やはりコーティング

の際、大きなステップが残っているのは好ましくない。この大きなステップをなくすには、溶媒又は、炭素源中にケイ素を添加すると殆んど研磨したと同一の滑らかな結晶面が得られる。また、ケイ素を含んでいる場合には、Ti, Cr 等のイオンプレーティング、スパッタリングの際、Ti とケイ素等のケイ化物を作るためなのか、コーティング膜の強度が上がる。しかし合成ダイヤモンド中に含まれるケイ素の量は、100 PPM 以下が望ましい。

(2) 発明の効果

上述の本発明の如く、チッ素含有量が 10~100 PPM の人工合成ダイヤモンド Ib 型を用いれば、熱伝導が高く（天然 IIa と等しい）バラツキの少ない高品質のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクが得られる。又、天然 IIa 型より安価な人工合成ダイヤモンド原石を用いさらに、天然ダイヤモンド原石に比較して加工がし易く加工代が少なく、しかも結晶面の一部をそのまま加工なしで、ヒートシンクの一部として使用出来ることにより安価なエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクが本発

明により供給出来る。上記のような効果がある。

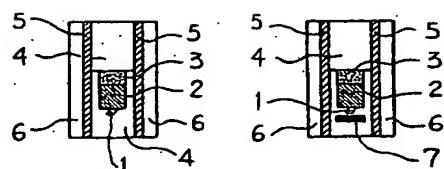
(1) 実施例

実施例 1

第 2 図で示すような温度差法により、六一八面体からなる 0.4ct の合成ダイヤモンドを作った。用いた溶媒は鉄、ニッケル合金、合成温度は、1450°C、圧力は、5.6GPa 合成時間は、48 時間であつた。赤外分光器で測定したチッ素含有量は、48 PPM であつた。この原石を用いて、レーザーで、0.8 mm 層にスライス状にカットした。このスライス状のダイヤモンドの両面を研磨し 0.5° の厚みにし (100) 面が、側面になるようにして、レーザーで 1 mm × 1 mm にカットした。さらにカットしたダイヤの一面对、45° の角度で面取りをし、酸処理した後イオンプレーティングで、Ti, Au をコーティングした。完成したヒートシンクの上に、半導体レーザーを取り付け性能テストを行なつた所、天然 IIa 型ヒートシンクに取り付けた場合と同一の N/S 比が得られ、又レーザー寿命も同一であつた。

4. 図面の簡単な説明

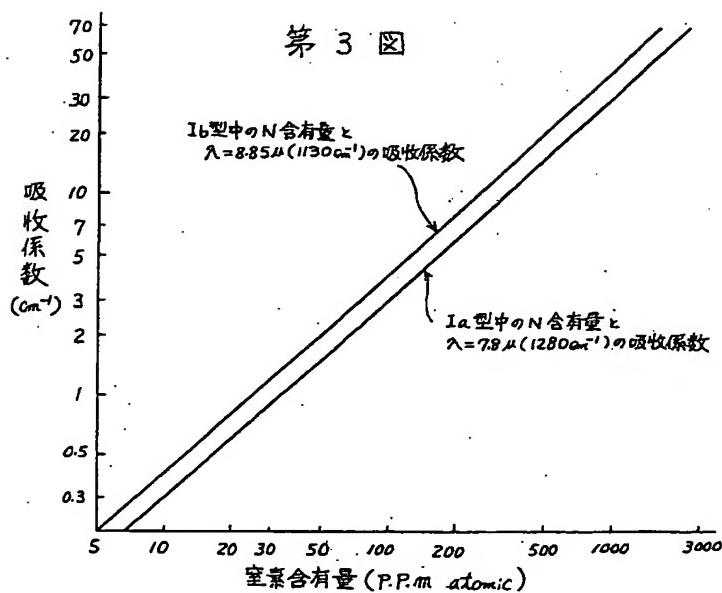
図中1はダイヤモンド粗結晶、2は溶媒、3は炭素源、4は圧力媒体、5は加熱用ヒーター、6は圧力媒体、7はMo等の円板を示す。第3図は、チッソ濃度を横軸に、吸収係数をたて軸に取り、 I_b 型と、 I_a 型の吸収係数とチッソ濃度との関係をそれぞれ示す。第4図はチッソ濃度と成長速度の関係を示す。第5図は、各温度（横軸）に対する I_a （天然）と I_b （ I_a 内）内はチッソ含有量を示すと I_a （天然）型ダイヤモンドの熱伝導率を示す。第6図は、一般的な人工合成ダイヤモンド単結晶の形を示す。第7図は、人工合成ダイヤモンド原石からヒートシンクを作り出す時、結晶成長面をそのまま、ヒートシンクの表面とする例を示す。

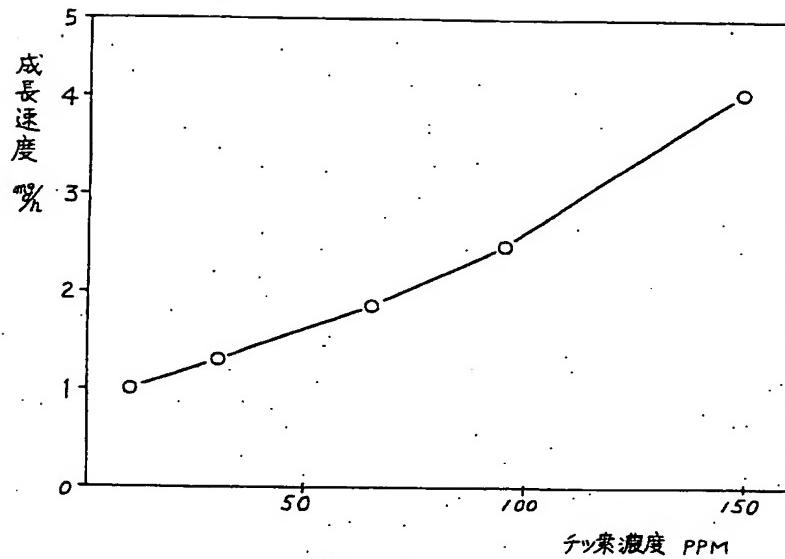


第1図

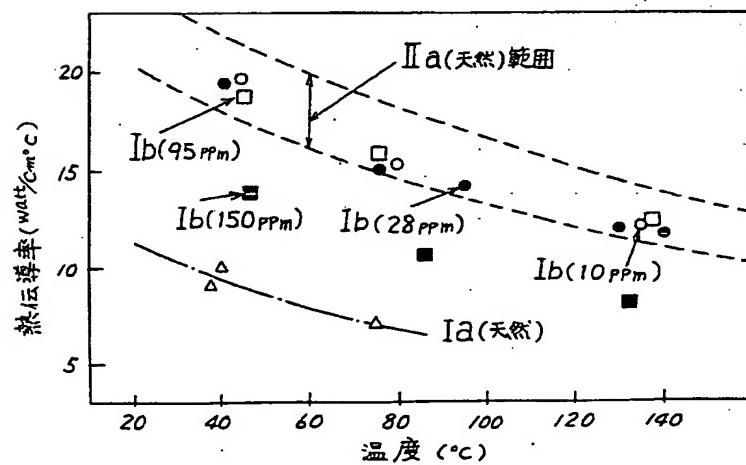
第2図

代理人弁理士 上代哲司



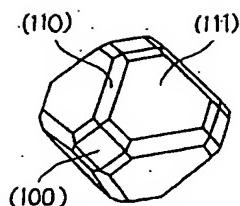


第4図



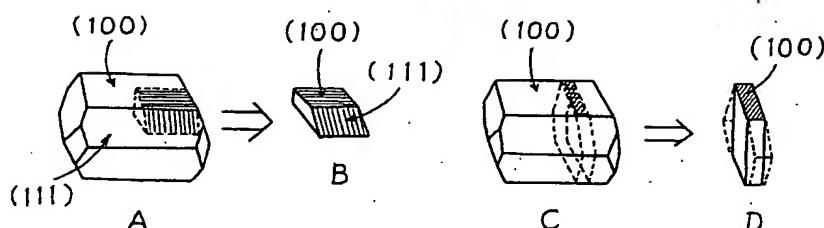
第5図

特許明60-12747(6)



(8-6面体)
合成ダイヤモンド

第6図



第7図

手続補正書(方式)

昭和58年1月14日

特許庁長官 若杉和夫 殿

1. 事件の表示

昭和58年特許願 第120475号

2. 発明の名称

エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住所 大阪市東区北浜5丁目15番地
名称(213)住友電気工業株式会社
社長 川上哲郎

4. 代理人

住所 大阪市此花区島屋1丁目1番8号
住友電気工業株式会社内
(電話 大阪461-1031)

氏名(7881)弁理士 上代哲司

5. 補正命令の日付

昭和58年10月25日

特許庁

581116

6. 補正の対象

明細書中、図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

明細書第11頁1行目「4. 図面の簡単な説明」の下行に「第1図は従来法によるダイヤモンド合成方法を示し、第2図は本発明による合成方法」を挿入する。

手 続 書 正 命

昭和 58 年 5 月 9 日

(特許庁長官) 特許庁長官 岩 杉 和 夫 殿



1. 事件の表示

昭和 58 年 特許願 第 120475 号

2. 発明の名称

エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

3. 修正をする者

事件との関係

特許出願人

住 所

大阪市東区北浜 5丁目 15番地

名 称(213)

住友電気工業株式会社

社 長 川 上 哲 郎

4. 代 理 人

住 所

大阪市此花区島屋 1丁目 1番 3号

住友電気工業株式会社内

(電話 大阪 461-1031)

弁理士 上 代 哲 司

特許庁

5. 修正命令の日付

59.5.11

自 免 申

正 申

出願第三項

面にある」と訂正する。

(7) 同書第 8 頁第 4 行目の「10~150PPM」を
「塗装含有量を 5~150PPM」と訂正する。

(8) 同書同頁第 17 行目の「ことに同定した。」を
「ことで測定した。」と訂正する。

(9) 同書第 7 頁第 2 行目から 3 行目の「10PPM~
150PPM」を「5~150PPM」と訂正する。

(10) 同書同頁第 6 行目「10PPM~100PPM」を
「5~100PPM」と訂正する。

(11) 同書第 7 頁第 9 行目「10~100PPM」を
「5~100PPM」と訂正する。

(12) 同書第 8 頁第 8 行目の次に下記を挿入する。

「本発明の別の特徴は面方位の判定しやすい人工合成 I_b 型ダイヤモンドを用いることにより、
最大面積を有する加工面を(110)面に容易に選ぶ
ことができる。この理由は表 1 に記載の通り(110)
面は削りよい面であり、この面の加工量を多くした
エレクトロニクスデバイス用ヒートシンクは、
その加工費が安価であるためより実用的である。
例えば第 7 図の D に示すヒートシンクでは最大

特開昭60-12747(7)

6. 修正により増加する発明の数

7. 修正の対象

願書及び明細書中、発明の名称の欄及び、特許
請求の範囲の欄、及び図面。

8. 修正の内容

(1) 願書及び明細書中の発明の名称を「エレクト
ロニクスデバイス用ヒートシンクおよびその製造
法」に訂正する。

(2) 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

(3) 図面(第 5 図)を別紙の通り訂正する。

(4) 明細書第 2 頁第 17 行目「れる。通信用」を
「れる通信用」と訂正する。

(5) 同書第 3 頁の表 1 の中の条件の欄を下記に訂
正する。

表 1

面	摩耗量	条件
(100)	12mg/br	周速 40m/s.c
(110)	65mg/br	荷重 750g
(111)	1~2mg/br	ダイヤ粉末 #3000

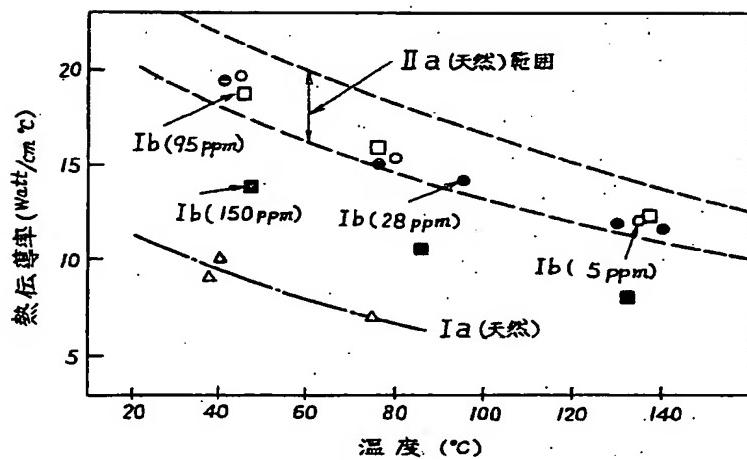
(6) 同書第 5 頁の第 17 行目の「範囲ある」を「範

面積を有する平面部は(110)面である。」

(13) 同書第 8 頁第 11 行目「10~100PPM」を
「5~100PPM」と訂正する。

特許請求の範囲

- (1) 含有する窒素量が、5~100PPMであるIb型ダイヤモンド結晶を用いたことを特徴とするエレクトロニクスデバイス用ヒートシンク。
- (2) 含有する窒素量が、5~100PPMであるIb型ダイヤモンド結晶を特定の結晶面で加工したことと特徴とするエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクの製造法。
- (3) 少なくとも一面に未加工の結晶成長面を残したことと特徴とする特許請求の範囲第2項記載のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクの製造法。
- (4) 加工された結晶面のうちで最大面積を有する結晶面が(110)面であることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクの製造法。」



第5図